

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-125749

(43)公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 21/66

H 0 1 L 21/66

J

G 0 1 B 11/24

G 0 1 B 11/24

K

G 0 6 T 7/00

H 0 1 L 21/00

Z

H 0 1 L 21/00

21/02

21/02

G 0 6 F 15/62

4 1 5

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)

(21)出願番号

特願平8-277700

(22)出願日

平成8年(1996)10月21日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 霧野 啓子

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 石川 誠二

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

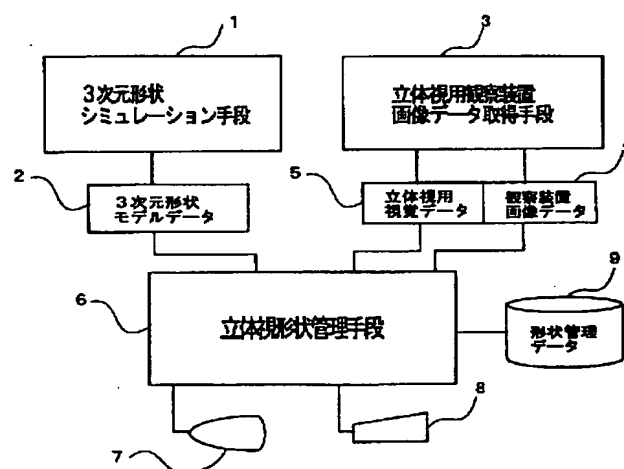
(54)【発明の名称】 薄膜製品の検査装置およびそれを用いた薄膜製品の製造方法

(57)【要約】

【課題】半導体のような薄膜製品製造の被加工物観察において、従来のように寸法だけではなく、形状としての総合的な判定を可能にする手段を提供する。

【解決手段】半導体のような薄膜製品の3次元形状シミュレーション手段1と、そのシミュレーション結果の3次元形状モデルデータ2と、立体視用観察装置画像データ取得手段3と、3次元形状モデルデータ2と観察装置画像データ4を合成し比較観察を行う立体視形状管理手段6と、立体視映像表示手段7と、入力手段8と、形状管理データ登録手段9から構成する。製造装置で処理した被加工物の実際の形状と目標とする形状との立体的な比較による合否判定と、被加工物の3次元形状データ取得を行うことで、製品の形状管理による歩留り管理が容易になり不良品の低減を図ることが可能となる。

図1



BEST AVAILABLE COPY

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】被加工物に要求される加工パターンを 3 次元形状モデルとして予めシミュレーションしておき、該被加工物に加工された加工パターンを 3 次元画像データとして取得した場合、

該 3 次元形状シミュレーションの有するパラメータと、該画像データ取得手段の有するパラメータとを整合させることで、該シミュレーションされた 3 次元形状モデルと該取得された 3 次元画像データとを合成して同一ディスプレイ上に表示し、

該表示結果に基づいて該被加工物に加工された加工パターンの合否を判定することを特徴とする薄膜製品の製造方法。

【請求項 2】被加工物に要求される加工パターンを 3 次元形状モデルで予めシミュレーションしておき、該被加工物に加工された加工パターンを 3 次元画像データとして取得した場合、

該 3 次元形状シミュレーションの有するパラメータと該画像データ取得手段の有するパラメータとを整合させることで、該シミュレーションされた 3 次元形状モデルと該取得された 3 次元画像データとを合成して同一ディスプレイ上に表示し、

該 3 次元形状モデルを移動または変形して該 3 次元画像データと一致させることで、該加工パターンの頂点、稜線、面情報からなる 3 次元形状データを出力し、該出力結果に基づいて該加工パターンの合否を判定することを特徴とする薄膜製品の製造方法。

【請求項 3】前記 3 次元画像データは、前記被加工物の検査領域に対して所定の角度傾斜させて取得した 2 方向の画像データから生成されることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の薄膜製品の製造方法。

【請求項 4】前記パラメータは、視角データと、視点座標データと、視線方向ベクトルと、像倍率とを含むものであることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の薄膜製品の製造方法。

【請求項 5】前記加工パターンの合否判定は、前記 3 次元形状モデルと前記 3 次元画像データとの一致、不一致を所定のマージンを持たせて判定し、該判定結果が一致の場合に所定の信号を出力することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の薄膜製品の製造方法。

【請求項 6】前記取得した加工パターンの 3 次元形状データを該加工工程での 3 次元形状モデルとして設定し、該設定された 3 次元形状モデルに基づいて次工程の製造条件で加工した場合をシミュレーションし、該シミュレーション結果を新たな最適目標 3 次元形状モデルとすることを特徴とする請求項 2 記載の薄膜製品の製造方法。

【請求項 7】被加工物に要求される加工パターンを 3 次元形状モデルとして登録しておき、該被加工物に加工された加工パターンを 3 次元画像データとして取得した場合、

2

該 3 次元形状モデルの有するパラメータと、該画像データ取得手段の有するパラメータとを整合させることで、該 3 次元形状モデルと該取得された 3 次元画像データとを合成して同一ディスプレイ上に表示し、該表示結果に基づいて該被加工物に加工された加工パターンの合否を判定することを特徴とする薄膜製品の製造方法。

【請求項 8】被加工物に要求される加工パターンを 3 次元形状モデルとしてシミュレーションする 3 次元形状モデルシミュレーション手段と、

被加工物に加工された加工パターンを 3 次元画像データとして取得する 3 次元画像データ取得手段と、

該 3 次元形状シミュレーションの有するパラメータと、該画像データ取得手段の有するパラメータとを整合させるパラメータ整合手段と、

該パラメータ整合手段によりそれぞれのパラメータを整合することで、該シミュレーションされた 3 次元形状モデルと該取得された 3 次元画像データとを合成して同一ディスプレイ上に表示する表示手段とを備えた薄膜製品の検査装置。

【請求項 9】被加工物に要求される加工パターンを 3 次元形状モデルとしてシミュレーションする 3 次元形状モデルシミュレーション手段と、

被加工物に加工された加工パターンを 3 次元画像データとして取得する 3 次元画像データ取得手段と、

該 3 次元形状シミュレーションの有するパラメータと、該画像データ取得手段の有するパラメータとを整合させるパラメータ整合手段と、

該パラメータ整合手段によりそれぞれのパラメータを整合することで、該シミュレーションされた 3 次元形状モデルと該取得された 3 次元画像データとを合成して同一ディスプレイ上に表示する表示手段と、

該 3 次元形状モデルを移動または変形させる 3 次元形状モデル変更手段と、

該 3 次元形状モデルの有する数値情報から該加工パターンの頂点、稜線、面情報からなる 3 次元形状データを出力する手段とを備えたことを特徴とする薄膜製品の検査装置。

【請求項 10】前記 3 次元画像データ取得手段は、前記被加工物の検査領域に対して所定の角度傾斜させて配置された少なくとも 2 つの画像データ取得手段からなることを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の薄膜製品の検査装置。

【請求項 11】前記パラメータは、視角データと、視点座標データと、視線方向ベクトルと、像倍率とを含むものであることを特徴とする請求項 8 から 10 のいずれかに記載の薄膜製品の検査装置。

【請求項 12】被加工物に要求される加工パターンを 3 次元形状モデルとして記憶する 3 次元形状モデル記憶手段と、

10

20

30

40

50

3

被加工物に加工された加工パターンを3次元画像データとして取得する3次元画像データ取得手段と、該3次元形状モデルの有するパラメータと、該画像データ取得手段の有するパラメータとを整合させるパラメータ整合手段と、該パラメータ整合手段によりそれぞれのパラメータを整合することで、該3次元形状モデルと該取得された3次元画像データとを合成して同一ディスプレイ上に表示する表示手段とを備えた薄膜製品の検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製品のような薄膜製品の歩留まりを向上させる製造技術に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製品のような薄膜製品の製造分野では、製品の歩留まりを向上させるため、透過型電子顕微鏡（TEM）あるいは走査型電子顕微鏡（SEM）を用いた高精度寸法管理や形状観察・異物観察が重要性を増してきている。

【0003】最近では、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて3次元寸法計測が可能なものもある「日立評論1994. 7. vol 76」。

【0004】SEMによる3次元寸法計測については、特開昭59-171445号公報や、特開平06-310070号公報等に記載されている。

【0005】特開昭59-171445号公報では、図2に示す如く、一つの電子ビームを2方向（電子ビーム207、208）から動的に切り換えて試料に照射させ、それぞれの照射方向の試料像を左右の目に対応させてSEM画像を観察することで、実時間で立体視する手法を開示している。

【0006】また、特開平06-310070号公報では、2方向の電子ビーム照射の一方を高分解能観察用電子ビーム、他方を立体観察用電子ビームとし、両ビームの動的切り替えと、CRT上に表示された右左の目のSEM像を観察するメガネの切り替えの同期をとることにより、試料を高分解能に立体視することを開示している。

【0007】このようにSEMのステレオ対画像を右眼像と左眼像として、CRT画面上に時分割でフィールド（例えば1/60秒）毎に交互に表示し、これに同期する液晶シャッター眼鏡等を通すことで被加工物を立体的に観察することが可能である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これまで3次元形状による測長計測や形状観察を可能とする電子顕微鏡は開発されてきたが、それによる製造ラインの管理は、所定の測定個所における部分的な数値データ（被加工物の寸法、膜厚、合わせずれ等）によりおこなっていた。

4

【0009】このような部分的な数値データで被加工物の形状を管理した場合、その測定個所で基準値を満足するかを判断することとなり、それ以外の部分については管理されていない。従って、測定個所以外が基準値を満足しなければ、それにより製品の歩留まりは低下してしまう。

【0010】一方、測定個所を増やすことで製品の歩留まりを向上させることはできるが、それに伴う検査時間が問題となり、製造ラインのスループットを低下させてしまう。

【0011】本発明の目的は、製造ラインのスループットを低下させずに製品の歩留まりを向上させることにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、被加工物から取得する3次元画像を所定の理想画像と比較することで製造ラインを管理するものである。

【0013】より具体的には、被加工物に要求される加工パターンを3次元形状モデルとして予めシミュレーションしておき、該被加工物に加工された加工パターンを3次元画像データとして取得した場合、該3次元形状シミュレーションの有するパラメータと、該画像データ取得手段の有するパラメータとを整合させることで、該シミュレーションされた3次元形状モデルと該取得された3次元画像データとを合成して同一ディスプレイ上に表示し、該表示結果に基づいて該被加工物に加工された加工パターンの合否を判定するものである。

【0014】さらに具体的には、観察装置例えば走査型電子顕微鏡（SEM）の観察試料に対して、両眼の視角に相当するような角度の二方向から照射した電子ビームの2次電子を検出した輝度変調信号をもとに、エッジ抽出法または濃淡画像法で出力処理した右眼用と左眼用の画像データと、3次元形状シミュレーションシステムのシミュレーション結果の形状モデルから、観察装置の視覚（視角）情報と同一条件で生成した右眼用と左眼用の形状モデルデータを、右眼用、左眼用それぞれに合成してCRT等の画面上に切り替え表示し、該表示結果に基づいて該被加工物に加工された加工パターンの合否を判定するものである。

【0015】このように3次元画像と所定の理想画像を比較すれば、加工パターンの形状一致を判断するだけで加工パターンの良否が判定できるので、それに伴う測定時間の増加はほとんど問題とならず、製造ラインに必要なスループットを確保することができる。また、従来の部分的な形状管理ではなく加工パターン全体の形状管理を行うので、各被加工物の加工パターンをほぼ均一に製造することができ、製品の歩留まりを向上させることができる。

【0016】また、形状一致の判断については、完全に

10

20

30

40

50

一致することを判断するのではなく、所定のマージンを持たせて判断することが好ましい。これは所定の理想画像に対して、 $\pm a\%$ の拡大・縮小した理想画像を表示させて判断させても良く、またそれぞれの座標系に基づいた演算処理によりマージンを持たせて一致・不一致を判断させても良い。なお、形状一致を判断するには様々な手法が考えられる。

【0017】また、シミュレーション画像を用いることで、実際に製造させる非直線的な加工パターンに近いものと比較することができるので、さらに高精度に形状管理を行うことができ、製品の歩留まりを向上させることができる。なお、所定の理想画像としては、シミュレーション画像だけでなく、所望の加工パターンを表した3次元CAD図であっても良い。

【0018】さらに、本発明の別の態様としては、被加工物に要求される加工パターンを3次元形状モデルで予めシミュレーションしておき、該被加工物に加工された加工パターンを3次元画像データとして取得した場合、該3次元形状シミュレーションの有するパラメータと該画像データ取得手段の有するパラメータとを整合させることで、該シミュレーションされた3次元形状モデルと該取得された3次元画像データとを合成して同一ディスプレイ上に表示し、該3次元形状モデルを移動または変形して該3次元画像データと一致させることで、該加工パターンの頂点、稜線、面情報からなる3次元形状データを出力し、該出力結果に基づいて該加工パターンの可否を判定するものであっても良い。

【0019】このように、ディスプレイ上で3次元形状モデルを移動又は変形して3次元画像データと一致させることで、その加工パターンの寸法が測定できるので、その寸法データに基づいて加工パターンの可否を判定することもできる。

【0020】なお、これにより加工パターンの頂点、稜線、面情報からなる3次元形状データを簡単に取得することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】図1に本発明の3次元形状管理を可能とした一実施例を示す。

【0022】図1は、半導体装置のような薄膜製品の3次元形状のシミュレーションを行う3次元形状シミュレーション手段1と、そのシミュレーション結果の3次元形状モデルデータ2と、走査型電子顕微鏡(SEM)のように視角に相当する2方向から被加工物の高精度観察画像データを取得することが可能な立体視用観察装置画像データ取得手段3と、その取得した観察装置画像データ4及び立体視用視覚データ5を用いて3次元形状モデルデータ2と観察装置画像データ4を合成し比較観察を行う立体視形状管理手段6と、ユーザの立体視を実現する立体視映像表示手段7と、キーボードやマウス、ジョイスティックのような入力手段8と、被加工物形状の合

否判定結果と3次元形状データを登録する形状管理データ登録手段9から構成される。

【0023】図3は、図1に示す3次元形状シミュレーション手段1の機能構成を示すものである。

【0024】図3は、CADデータ設定部301、プロセスパラメタ設定部302、製造過程の検査工程の結果を入力する検査データ設定部303と、検査データ設定部303で設定したパラメータをもとに3次元形状をシミュレーションする3次元形状シミュレーション処理部304から構成されており、そのシミュレーション結果として3次元形状モデルデータ2を生成する。

【0025】図4に、3次元形状シミュレーション手段1で生成する半導体のエッチング工程の1例を示す。

【0026】本実施例では、先ず、図4(a)に示すように3次元形状を計算するモデル空間の基準座標系401を設定する。次に、このモデル空間上にCADデータ設定部301からのCADデータに基づいてXYレジストパターン402を被加工材料403上に設定する。次にエッチング工程のシミュレーションを行う場合、プロセスパラメタ設定部302を用いてX、Y、Z方向のエッチレートを設定する。このエッチレートの代わりに、製造装置に設定する圧力、温度、処理時間、ガス流量のような製造レシピの設定値を設定することも可能である。また、検査データ設定部303では製造課程の検査工程で検査した膜厚や、寸法検査による加工寸法、合わせ検査によるマスクの合わせずれ等を設定することで、実際の検査測定値をシミュレーションの前の形状モデル作成(例えば図4(a)404の膜厚設定)や、レジストパターンの設定に利用することも可能である。次に3次元形状シミュレーション処理部304が、図4(a)のモデルをメッシュ分割し、各メッシュ毎にエッチング量を計算した結果の目標とする形状モデル例を図4(b)405に示す。

【0027】図5は、図1に示す立体視用観察装置画像データ取得手段3の機能構成を示す図である。

【0028】観察試料である被加工物の立体的な観察を行う立体視用観察装置501と、その出力輝度変調信号の画像データをエッジ抽出法や濃淡画像法などの画像処理を行う画像処理部502で構成し、画像処理部502の処理結果である観察装置画像データ4と、立体視用視覚データ5を同時に出力する。

【0029】このような立体視用観察装置501の高分解能な実時間立体観察方法の一例を図2に示す。図2は、偏向コイルのような偏向器201によって、観察装置(SEM)の観察試料204に対して、両眼の視角に相当する角度の二方向から照射した電子ビーム207、208の2次電子205を2次電子検出器203で検出し、輝度変調信号として取得する。この際、通常のSEM観察に使用する垂直照射電子ビーム206とは別に、斜め電子ビーム207、208は偏向器201により対

7

物レンズ202の物点から出たかのように偏向することで、観察試料204の照射位置がずれない。よって、高分解能な立体視像を実時間で取得することが可能である。

【0030】図6は、立体視用視覚データ6の内容を示す図である。

【0031】まず、3次元形状モデルと合成する際に使用する、図4のモデル空間基準座標系401との相対座標が既知の立体視用画像データ基準座標系601を設定する。立体視用視覚データは、この基準座標系601を使用したデータとして出力する。具体的な立体視用視覚データとしては、観察試料204の観察面に垂直な軸線602に対する電子ビーム207、208の照射角度（ステレオ角）604、605である視角データ、軸線602からの離軸点606、607の座標である視点座標データ、離軸点606、607から結像点603へのそれぞれの視線方向ベクトル608、609、像倍率を含む。この立体視用視覚データと観察装置画像データをまとめて出力することで、観察装置画像データが右眼用データか、左眼用データであるか判断を行う。また、両眼用のデータが必ずしも同一視覚データである必要はない。

【0032】図7は、立体視形状管理手段6の機能構成を示す図である。

【0033】3次元形状モデルデータ2と立体視用視覚データ5を取得し、形状モデルデータの各種編集処理を行う3次元形状モデル編集処理部701、形状モデル表示設定部702、表示形式パラメタ設定部703、立体視データを合成した表示映像をもとにユーザが合否判断を設定する合否判定設定部704、形状モデルの移動や変形によって被加工物の3次元形状データを取得する形状モデル移動・変形設定部705を有する。形状モデル表示設定部702では、取得した3次元形状モデルデータ2の任意の面で切断した断面の形状モデルの作成や、視覚データの変更、不用部分の非表示等の表示設定を行う。表示形式パラメタ設定部703では、線の色・太さ・種類・陰線処理あるいは面の色付け、質感、半透明表示などグラフィック的に任意な表示方法を選択設定する。

【0034】さらに、3次元形状モデルの右眼用と左眼用のデータを生成する右眼用／左眼用形状モデルデータ生成部706、3次元形状モデルデータ2と観察装置画像データ4のそれぞれ右眼用データと左眼用データの合成を行う形状モデルデータ・画像データ合成処理部707と、生成した合成後の右眼用データ709と左眼用データ708の立体視映像表示手段7への表示映像切り替えを行う左右映像データ切り替え処理部710と、ユーザ入力手段8と、被加工物の合否判定結果と3次元形状データを登録する形状管理データ登録手段9から構成する。

8

【0035】図8に、立体視形状管理手段6が処理する立体視合成表示処理（801）とその利用例である形状の合否判定の基本フローを示す。

【0036】まず、3次元形状モデル編集処理部701は3次元形状モデルデータ2を取得し（802）、この形状モデルデータと合成する立体視用視覚データ5を取得する（803）。この立体視観察装置基準座標系601における立体視用視覚データの視角データ604、605、視点座標データ606、607、視線方向ベクトル608、609、像倍率を、モデル空間基準座標系401における視覚データとして設定する（804）。次に、右眼用／左眼用形状モデルデータ生成部706は、表示形式パラメタ設定部703で設定された表示パラメタを取得し（805）、先に（804）で設定した視覚データを用いて、実際に右眼用／左眼用の3次元形状モデルを生成する（806）。図9（a）に生成した3次元形状モデル左眼用データ例901と、（b）3次元形状モデル右眼用データ例902を示す。

【0037】形状モデルデータ・画像データ合成処理部707は、観察装置画像データ4を取得し（807）、先の（806）で生成した形状モデルと合成する（808）。この結果、求める左眼用データ708と右眼用データ709を出力する（809）。図10に合成した左眼用データ708の表示例を示す。点線で示した3次元形状モデル左眼用データ1002は、3次元座標系1001の表示空間上に3次元形状モデルデータとして表示する。一方、観察装置画像左眼用データ1003は、画像処理時に設定したXY平面1004上に表示する。

【0038】左右映像データ切り替え処理部710は、ユーザが立体視可能なように立体視映像表示手段7に立体視表示を行う（810）。このような立体視合成表示処理（801）の結果、ユーザは立体視した3次元形状モデルデータと観察装置画像データの合成映像を見て、図11（a）に示すように、例えば点線表示した目標とする形状モデル1101と観察装置画像データ1102が一致しているかどうか判断し、合格品か不合格品かの判定結果を入力装置8を用いて、合否判定設定部704に設定する（811）。ユーザの判断をさらに容易にするために、図11（b）に示すように、目標とする形状モデル1101のマージン分として目標最小モデル1103と目標最大モデル1104を表示し、その中に観察装置画像データがはいっているかどうかを確認することも可能である。最終的に、被加工物の合否判定結果を形状管理データ登録手段9に登録する（812）。

【0039】図12に、本発明の別の利用例として、観察装置画像データの3次元形状データを取得する処理フローを示す。

【0040】シミュレーションによって生成した3次元形状モデルデータ2には、頂点、稜線、面の3次元位置情報とその位相情報は全て存在する。観察装置画像デー

9

タ 4 は、エッジ抽出法や濃淡画像法で処理した場合、X Y 2 次元情報で記述される。ユーザは右眼用データと左眼用データをそれぞれ合成して立体視した表示映像を見ながら、形状モデルデータを移動または部分的に変形することで、両者の映像を一致させたときの形状モデルのデータを、観察試料の実際の 3 次元形状データとして取得することが可能である。図 12 に示すように、先ずユーザが認識できるように立体視合成表示処理を行い（801）、3 次元形状モデルと観察装置データが一致しているかどうか判断する（1201）。もし、一致していないならば、処理（1202）に従って、入力手段 8 を用いて形状モデル移動・変形設定部 705 に 3 次元形状モデルの移動量や変形量を設定する（1203）。この操作で、もとの 3 次元形状モデルデータ 2 を変更し、新たな 3 次元形状モデルデータを生成する（1204）。よって、この新たな形状モデルを用いて、再度、立体視合成表示処理（801）を実行する。この一連の処理を、3 次元形状モデルと観察装置画像データが一致するまで繰り返す。仮に、両者が一致したならば、処理（1205）に従い、その時点の形状モデルの頂点、稜線、面データを、観察装置で観察した観察試料の実際の 3 次元形状データとして、形状管理データ登録手段 9 に登録する（1206）。

【0041】図 11 の処理と図 12 の処理を合わせて、形状モデルの移動または変形後の形状との一致性を判断して、ユーザが観察試料形状の合否判定を行うことも可能である。

【0042】図 13 は、本発明の構成の別の一実施例を示すものである。図 1 に示した構成の立体視映像表示手段 7 の両眼用データの切り替え表示に同期する偏向メガネや色フィルタメガネのような光学式シャッターメガネあるいは液晶シャッターメガネ等のデバイス 10 と、3 次元形状モデルデータ 2 を登録する 3 次元形状シミュレーションモデルデータ登録手段 11 と、観察装置画像データ 4 と立体視用視覚データ 5 を登録する立体視用観察装置画像データ登録手段 12 を追加して、3 次元立体視合成表示形状管理手段 13 を構成する。このメガネ等のデバイス 10 は、図 7 の左右映像データ切り替え処理部 710 の切り替え表示に同期する同期発生器によって、シャッターの切替を行う。このようにユーザが立体的に映像を認識する際に、CRT 等の画面表示の切り替えに同期する偏向メガネや、あるいは CRT とメガネが一緒になったヘッドマウンテッドディスプレイ（HMD）などのデバイスを使用することも可能である。

【0043】図 14 は、本発明を薄膜製品製造ラインに適用する際の構成の一実施例を示すものである。図 13 に示した 3 次元立体視合成表示形状管理手段 13 に、製造条件管理手段 14 と製造条件管理データ登録手段 15 と、進行管理手段 16 と進行管理データ登録手段 17 と、検査データ管理手段 18 と検査データ登録手段 19

10

と、アラーム出力手段 20 を追加して構成する。図 15 は、図 14 の構成時に扱う製造条件管理データ（1501）と、進行管理データ（1502）と、検査データ（1503）と、3 次元形状シミュレーションモデルデータ（1504）と、立体視用観察装置画像データ（1505）と、形状管理データ（1506）の内容を示したものである。

【0044】製造条件管理手段 14 は、品種名とその工程フローと工程名毎の製造レシピ名及び製造装置に設定する温度や真空度のような製造レシピデータの設定及び管理を行い、このような製造条件管理データ（1501）を製造条件管理データ登録手段 15 に登録する。進行管理手段 16 は、製造条件管理データ（1501）の品種名とその工程フローを設定した処理ロットのロット No、ウエハ No 毎に製造レシピ名、製造装置 No、着工日時、着工者、被加工物の合否判定結果からなる製造進捗状況の管理を行い、このような進行管理データ（1502）を進行管理データ登録手段 17 に登録する。検査データ管理手段 18 は、品種名、工程名、ロット No、ウエハ No、検査レシピ名、被加工物上観察位置座標を含む検査レシピデータ、製造過程の膜厚、寸法、合わせずれ等の検査データの管理を行い、このような検査データ（1503）を検査データ登録手段 19 に登録する。

【0045】図 13 の 3 次元形状シミュレーション手段 1 は、製造条件管理手段 14 の管理する製造条件管理データ（1501）から品種名、工程名、製造レシピデータを取得して、目標形状とする製造製品のシミュレーション処理を実行する。このとき、図 3 の検査データ設定部 303 で実際の検査データを使用するには、検査データ管理手段 18 が管理する検査データ（1503）から品種名、工程名、ロット No、ウエハ No をキーにして膜厚、寸法、合わせずれ等の検査データを検索し設定する。ただし、特定のロット No、ウエハ No を使用していない場合は、その品種名、工程名の基本モデルデータとして使用する。生成した 3 次元形状モデルデータ 2 は、品種名、工程名、ロット No、ウエハ No と併せて 3 次元形状シミュレーションモデルデータ（1504）として、3 次元形状シミュレーションモデルデータ登録手段 11 に登録する。

【0046】立体視用観察装置画像データ取得手段 3 は、進行管理手段 16 の管理する進行管理データ（1502）から観察試料の品種名、工程名、ロット No、ウエハ No を取得して、被加工物の観察を行う。定点観察ではなく検査装置で確認済みの異常箇所の観察の場合は、検査データ管理手段 18 の管理する検査データ（1503）から被加工物上観察座標を取得して、その座標位置の観察を行う。立体視観察結果である観察装置画像データ 4 と立体視用視覚データ 5 は、品種名、工程名、ロット No、ウエハ No、被加工物上観察位置座標と併せて立体視用観察装置画像データ（1505）として立体視用観

察装置画像データ登録手段12に登録する。

【0047】立体視形状管理手段6は、3次元形状シミュレーションモデルデータ登録手段11の3次元形状シミュレーションモデルデータ(1504)と、立体視用観察装置画像データ登録手段12の立体視用観察装置画像データ(1505)の品種名、工程名、ロットNo、ウエハNoをキーにして突き合わせ検索により取得したデータで、図8に示した基本処理フローに従い立体視合成表示処理(801)を実行し、目的の形状モデルデータと観察画像データを合成表示する。ユーザが行った被加工物の3次元形状の合否判定結果は、品種名、工程名、ロットNo、ウエハNo、被加工物上観察位置座標と併せて、形状管理データ(1506)として形状管理データ登録手段9に登録する。さらに、この形状管理データ(1506)の品種名、工程名、ロットNo、ウエハNo、合否判定結果を、進行管理手段16に送信し進行管理データ(1502)の合否判定に登録する。仮に合否判定結果が不合格の場合、進行管理手段16は、アラーム出力手段20で音声や文字として必要部署のユーザに不合格になった品種名、工程名、ロットNo、ウエハNo、製造装置No、着工日時を連絡するとともに、不合格のロットNoの処理ロットの次工程への着工をストップする。

【0048】また、合成比較の結果、被加工物を合格品と判定した場合でも、図11(b)に示すように、最適目標とする形状モデル1101のマージン分である目標最小モデル1103と目標最大モデル1104の間で形状が異なる。立体視形状管理手段6では、図12に示した処理フローに従い取得した被加工物の頂点、稜線、面情報からなる3次元形状データを、品種名、工程名、ロットNo、ウエハNo、被加工物上観察位置座標、合否判定結果と併せて、形状管理データ(1506)として形状管理データ登録手段9に登録する。3次元形状シミュレーション手段1で、特定のロットNo、ウエハNoの次工程以降の工程名の形状シミュレーションを行う際に、図3のCADデータ設定部301は、この形状管理データ(1506)から、同一の品種名、ロットNo、ウエハNoの工程フローをさかのぼって最新の工程名を検索し、そのときの被加工物3次元形状データを取得して、シミュレーションの前の形状として設定する。プロセスパラメタ設定部302は、製造条件管理手段14の管理する製造条件管理データ(1501)からシミュレーションを行う品種名、工程名を検索しその製造レシピデータを取得して設定する。3次元形状シミュレーション処理部304は、上記のシミュレーション処理を実行し、その特定の品種名、工程名、ロットNo、ウエハNoにおける最適目標とする3次元形状モデルデータとして、品種名、工程名、ロットNo、ウエハNoと併せて3次元形状シミュレーションモデルデータ登録手段11に登録し、立体視形状管理手段6の被加工物形状の合否判定に使用する。よって、画一的な数値データによる寸法管理ではなく、ロ

ットNo、ウエハNo毎の被加工物形状のばらつきを考慮した形状管理が可能である。

【0049】本手段では、3次元シミュレーションの途中経過出力処理が可能な3次元形状シミュレーション手段1や、被加工物の観察試料の移動、あるいは電子ビーム照射角度の変更を実時間で出力処理する立体視用観察装置501を用いれば、リアルタイムに立体視合成表示を行うことも可能とする。また、3次元形状モデルデータ2と、観察装置画像データ4はそれぞれ単独で立体視することも可能とする。さらに、3次元形状シミュレーションモデルデータ登録手段11や立体視用観察装置画像データ登録手段12から、3次元形状モデルデータ2や観察装置画像データ4及び立体視用視覚データ5の複数形状分を同時に取得することで、複数の立体映像を同時に表示することも可能とする。

【0050】走査型電子顕微鏡SEM像の焦点深度が深いことを利用して、ステレオ像の3次元計測(3次元測長)が行えることも既知の技術であるが、このように特徴点の3次元位置データの存在する観察装置画像データを利用することも可能である。

【0051】走査型電子顕微鏡装置(SEM)では加速電圧を高くすることによって、試料の表面だけではなく、上層膜を通して下層膜の観察が可能になる。また、目標とする3次元形状シミュレーションモデルは、グラフィック的な表示パラメタの設定によって、下層膜を表示あるいは非表示させることは非常に簡単に行える。このように、奥行き方向のある形状を作業者が認識し、管理あるいは解析するには、本システムのように3次元立体視合成表示処理した被加工物の観察画像データと、目標とする形状モデルを比較観察することがますます重要になる。

【0052】本実施の形態では、半導体装置の製造方法について主に記載してきたが、他の製品の製造ラインに本発明を適用できることは言うまでもない。

【0053】

【発明の効果】本発明によれば、被加工物の形状管理を行うことで、製造ラインのスループットを低下させずに製品の歩留まりを向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示すブロック構成図。

【図2】従来の立体視観察装置の高分解能な実時間立体観察方法を示す説明図。

【図3】本発明の一実施例の3次元形状シミュレーション手段の機能構成図。

【図4】本発明の一実施例の3次元形状シミュレーション手段で生成する半導体のエッチング工程図。

【図5】本発明の一実施例の立体視用観察装置画像データ取得手段の機能構成図。

【図6】本発明の一実施例の立体視用視覚データの内容を示す説明図。

13

【図7】本発明の一実施例の立体視形状管理手段の機能構成図。

【図8】本発明の一実施例の立体視合成表示処理とその利用例である形状の合否判定の処理フローの説明図。

【図9】本発明の一実施例で生成した3次元形状モデルデータ例を示す説明図。

【図10】本発明の一実施例で合成した左眼用データ例を示す説明図。

【図11】本発明の一実施例の合否判定の説明図。

【図12】本発明の一実施例で観察装置画像データの3次元形状データを取得する処理フローの説明図。

【図13】本発明の別の実施例を示すブロック構成図。

【図14】本発明を製品製造ラインに適用した一実施例を示すブロック構成図。

【図15】本発明を製品製造ラインに適用した一実施例で扱うデータの内容を示す説明図。

【符号の説明】

- 1 3次元形状シミュレーション手段
2 3次元形状モデルデータ

* 20

14

* 3 立体視用観察装置画像データ取得手段

4 観察装置画像データ

5 立体視用視覚データ

6 立体視形状管理手段

7 立体視映像表示手段

8 入力手段

9 形状管理データ登録手段

10 立体視用メガネ

11 3次元形状シミュレーションモデルデータ登録手段

12 立体視用観察装置画像データ登録手段

13 3次元立体視合成表示形状管理手段

14 製造条件管理手段

15 製造条件管理データ登録手段

16 進行管理手段

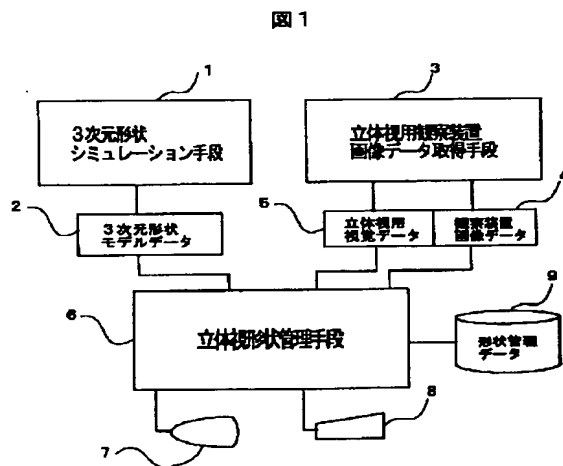
17 進行管理データ登録手段

18 検査データ管理手段

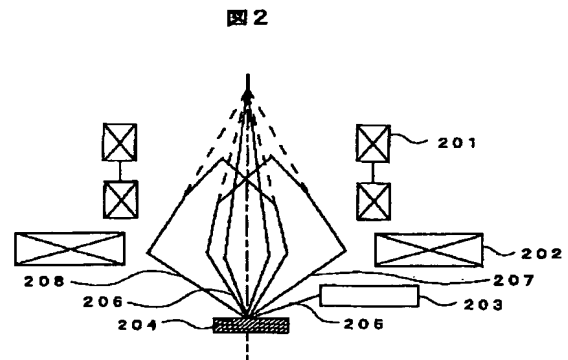
19 検査データ登録手段

20 アラーム出力手段

【図1】



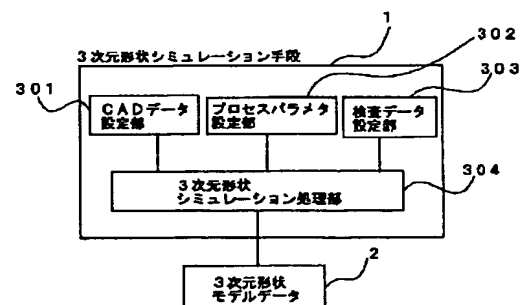
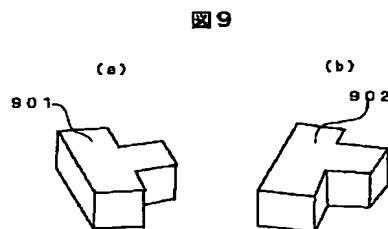
【図2】



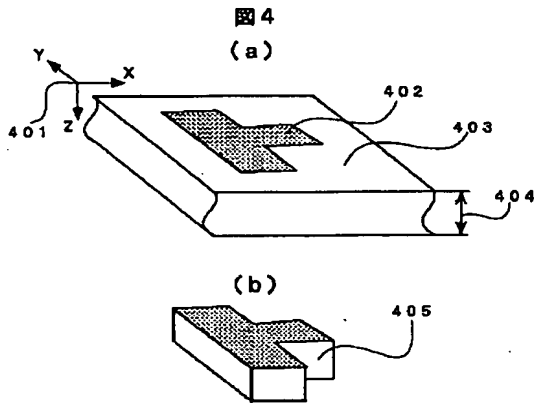
【図3】

図3

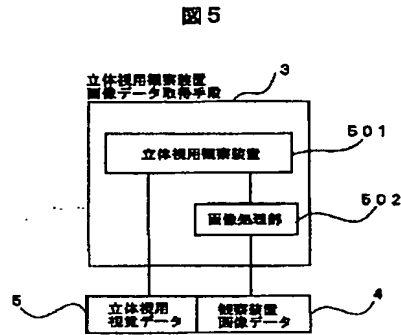
【図9】



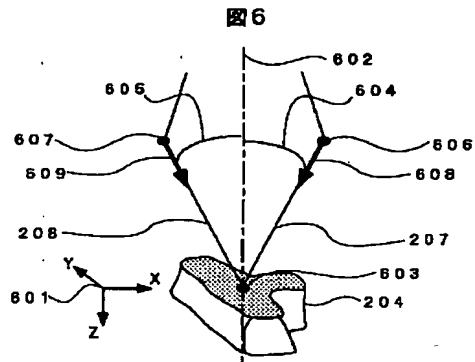
【図4】



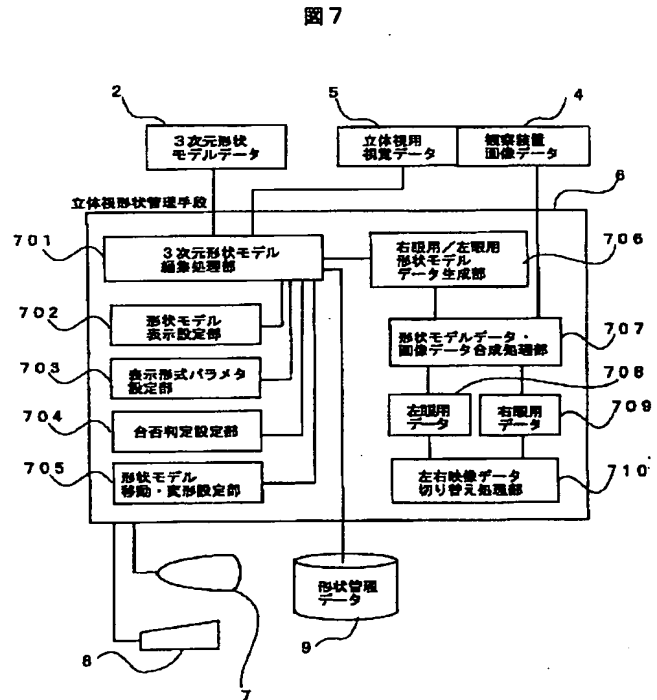
【図5】



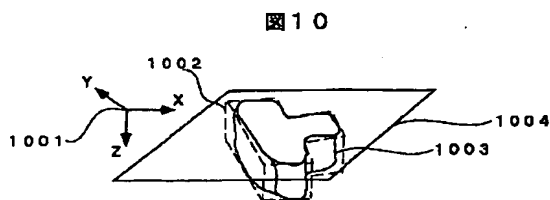
【図6】



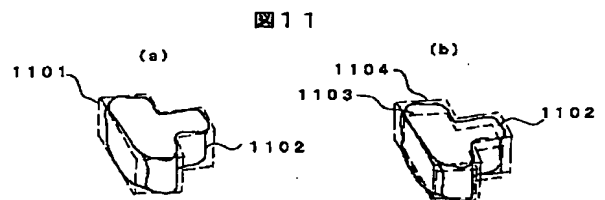
【図7】



【図10】



【図11】



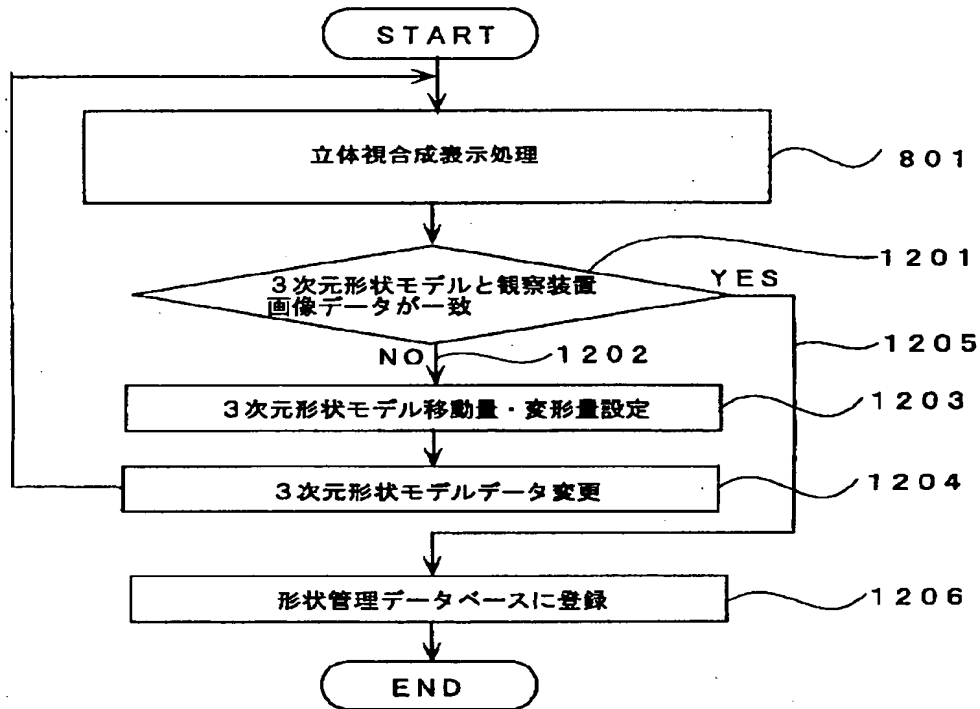
【図8】

図8



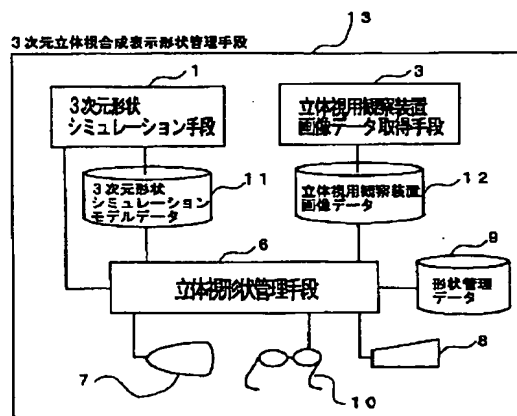
【図12】

図12



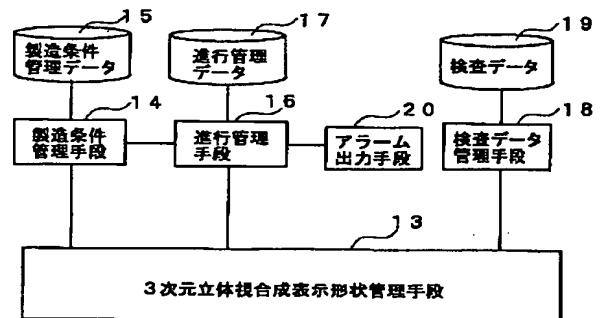
【図13】

図13



【図14】

図14



【図15】

図15

製造条件管理データ (1501)

品種名	工種名	製造レシピ名	製造レシピデータ (温度、圧力等・・・)
-----	-----	--------	----------------------

進行管理データ (1502)

品種名	工種名	ロットNo	ウエハNo	製造レシピ名	製造数量No	着工日時
着工者	合否判定					

検査データ (1503)

品種名	工種名	ロットNo	ウエハNo	検査レシピ名
検査レシピデータ (被加工物上検査位置座標・・・)	検査データ (寸法、断面、合わせずれ・・・)			

3次元形状シミュレーションモデルデータ (1504)

品種名	工種名	ロットNo	ウエハNo	3次元形状モデルデータ (頂点、線、面・・・)
-----	-----	-------	-------	-------------------------

立体視用観察装置画像データ (1505)

品種名	工種名	ロットNo	ウエハNo	被加工物上観察位置座標
視角	視点座標値	視野方向ベクトル	倍率	観察装置画像データ

形状管理データ (1506)

品種名	工種名	ロットNo	ウエハNo	被加工物上観察位置座標
合否判定	被加工物3次元形状データ (頂点、線、面・・・)			